

Características seminales de ovinos bajo condiciones ambientales del Caribe Colombiano

Seminal characteristics of ovine under environmental conditions of Colombian Caribbean

Erly Luisana Carrascal-Triana^{1,3}, Diana Carolina Moya Romero², Natalia Herrera Perez¹, Jhon Jacobo Cañas Alvarez²

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar las características seminales y las condiciones físicas y funcionales de ovinos nativos y foráneos bajo las condiciones ambientales del Caribe Colombiano. Se evaluaron durante 14 meses a 117 carneros Santa Inés, Dorper, Katahdin y Ovinos de Pelo Colombiano (OPC) mayores de 11 meses. Los animales eran de 18 fincas de los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Cesar y La Guajira. Se realizaron los exámenes físico-funcionales de los machos, así como las características macroscópicas y microscópicas del semen. No hubo diferencias ($p > 0.05$) entre razas, departamentos o métodos de colecta para las variables volumen testicular, largo y ancho testicular, circunferencia escrotal y tono testicular. En el Caribe húmedo la motilidad masal fue $76.36 \pm 6.13\%$ y la concentración espermática de $2707 \pm 573 \times 10^6$ espermatozoides/ml en comparación con los encontrados en el Caribe Seco ($64.41 \pm 5.45\%$ y $962 \pm 509.72 \times 10^6$ espermatozoides/ml, respectivamente). El método de extracción seminal influyó significativamente ($p < 0.05$) sobre el volumen del eyaculado, viabilidad, vigor y concen-

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, Centro de Investigación Turipaná, Córdoba, Colombia

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. Centro de Investigación Motilonia, Cesar, Colombia

³ E-mail: erlylct@gmail.com

Recibido: 24 de noviembre de 2021

Aceptado para publicación: 16 de julio de 2022

Publicado: 31 de agosto de 2022

©Los autores. Este artículo es publicado por la Rev Inv Vet Perú de la Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0) [<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>] que permite el uso, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que la obra original sea debidamente citada de su fuente original

tración espermática. Los parámetros seminales fueron más elevados en el segundo y tercer trimestre del año y la humedad relativa del Caribe tuvo efecto significativo en el volumen testicular ($r=-0.23$) y anomalías espermáticas ($r=0.29$). Se concluye que los ovinos Santa Inés, Dorper, Katahdin y OPC presentan características satisfactorias y viables para su reproducción en el Caribe Colombiano.

Palabras clave: andrología, carnero, reproducción, semen, ovino de pelo colombiano

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the seminal characteristics and the physical and functional conditions of native and introduced sheep breeds under the environmental conditions of the Colombian Caribbean. In total, 117 Santa Inés, Dorper, Katahdin and Ovinos de Pelo Colombiano (OPC) rams older than 11 months were evaluated for 14 months. The animals were from 18 farms of the departments of Córdoba, Sucre, Bolívar, Cesar and La Guajira. The physical-functional examinations of the males were carried out, as well as the macroscopic and microscopic characteristics of the semen. There were no differences ($p>0.05$) between breeds, departments and collection methods for the variables testicular volume, testicular length and width, scrotal circumference and testicular tone. In the humid Caribbean, mass motility was $76.36 \pm 6.13\%$ and the sperm concentration was $2707 \pm 573 \times 10^6$ sperm/ml as compared to those found in the dry Caribbean ($64.41 \pm 5.45\%$ and $962 \pm 509.72 \times 10^6$ sperm/ml, respectively). Semen collection method had a significant influence ($p<0.05$) on ejaculate volume, viability, vigour and sperm concentration. Seminal parameters were higher in the second and third trimester of the year and the relative humidity of the Caribbean had a significant effect on testicular volume ($r=-0.23$) and sperm abnormalities ($r=0.29$). It is concluded that the Santa Inés, Dorper, Katahdin and OPC sheep have satisfactory and viable characteristics for their reproduction in the Colombian Caribbean.

Key words: andrology, ram, reproduction, semen, Colombian hair sheep

INTRODUCCIÓN

Los ovinos en Latinoamérica y el Caribe cuentan con una amplia variabilidad genética generada en condiciones diversas, que son percibidas como un abanico de oportunidades para generación de sistemas alimenticios resilientes (Núñez-Domínguez *et al.*, 2016). En Colombia, la población ovina es cercana a 1.8 millones de cabezas, tanto del recurso local como foráneo, ubicada principalmente en el Caribe Colombiano, según el inventario reportado por el Instituto Co-

lombiano Agropecuario (ICA, 2021). Estos animales son destinados a la producción de carne y debido al bajo desempeño de las razas locales en los sistemas de producción extensivo se han venido utilizando razas foráneas y cruzamientos alternos con el fin de fortalecer el vigor híbrido para la producción (Vergara *et al.*, 2016).

Los programas de mejoramiento genético e inseminación artificial que se han desarrollado en el país han sido escasos; sin embargo, se ha enfocado en la selección de machos ovinos como reproductores debido a

su importancia para la eficiencia reproductiva en los rebaños. Los machos con buena fertilidad y alto desempeño sexual probablemente servirán un mayor número de ovejas en un corto periodo de tiempo, aumentando la presión de selección y la diseminación de material genético deseable (Pacheco y Quirino, 2010). Ante esto, se requiere generar información sobre la fertilidad y el desempeño reproductivo de ovinos nativos y foráneos en el trópico bajo nacional, de allí que el objetivo del estudio fue describir las características seminales y las condiciones físicas y funcionales de ovinos nativos y foráneos bajo las condiciones ambientales del Caribe Colombiano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

El presente estudio se desprende del proyecto «Base de información reproductiva y genética en la especie ovina para uso en mejoramiento genético y reproductivo» de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria- AGROSAVIA. El estudio se ejecutó durante 14 meses, entre agosto de 2017 y octubre de 2018 en el Caribe colombiano (zona norte de Colombia), el cual comprende la región Caribe Seco y región Caribe Húmedo.

El marco de muestreo fue determinado por los siete departamentos pertenecientes al Caribe Colombiano con presencia de ovinos, los cuales agruparon 968 787 ovinos del rebaño total del país (ICA, 2016). Se asumió una heterogeneidad del 50%, un error aceptado de 5% y un nivel de confianza del 95% para considerar el tamaño poblacional de 385 ovinos. A partir de esta información y mediante un muestreo aleatorio simple, se identificaron los machos reproductores consiguiendo un total de 117 ovinos, en 18 fincas de 12 municipios de los departamentos de Córdoba, Sucre, Bolívar, Cesar y La Guajira.

Durante el periodo experimental fueron registrados los datos climáticos (temperatura, humedad relativa y precipitación) de estaciones climáticas cercanas a las fincas, en tanto que en las fincas distantes se instalaron pluviómetros y dataloggers (RHT10, Extech Instruments, Massachusetts, USA).

Unidades Experimentales

Se evaluaron 117 machos ovinos con medidas repetidas a lo largo del año, mayores de 11 meses de edad, de las razas Santa Inés, Dorper, Katahdin y Ovinos de Pelo Colombiano (OPC). Las colectas seminales se realizaron quincenalmente y los machos eran separados del lote de hembras por lo menos cinco días antes del muestreo. Los ovinos fueron estimulados para la monta con una hembra en celo, para obtener una respuesta positiva en cuanto a la colecta del material seminal, roda vez que no estaban acostumbrados a la técnica de colecta de vagina artificial. En los casos de respuesta nula se utilizó la electroeyaculación (Pulsator IV, sonda de 32 mm) para conseguir la muestra seminal. En ambas técnicas, el semen eyaculado era depositado en un vial de 2 ml protegido de la luz y colocado en baño de maría a 37 °C para la evaluación de las características físicas del semen. Además, se registró el manejo de los animales, si permanecían en las fincas o si los reproductores eran preparados y cuidados para participar en ferias y/o exposiciones ganaderas.

Evaluación Andrológica

Se realizó la anamnesis fisiológica y patológica de los animales. Mediante la inspección y palpación se realizó un examen físico y funcional de los animales y de sus órganos reproductivos, evaluando aplomos, escroto, prepucio, pene, epidídimos y testículos. Se registró la circunferencia escrotal medida con un escrotímetro (cinta de metal con medidas en cm). Los testículos se evaluaron acorde a su tamaño (largo y ancho) con ayuda de un pie de rey cuya regla posee

una graduación de entre 0 y 150 mm y una precisión de ± 0.03 mm. Así mismo, se evaluó la posición (vertical), el desplazamiento, la sensibilidad y el tono testicular siguiendo la escala de 1 a 5 propuesta por Rutter y Russo (2006), donde 1 es muy firme y 5 muy blando. El volumen testicular se calculó mediante la fórmula para un esferoide prolato: $a = [(4/3)\pi] [(b-k)/2](c-k)/2]^2$, donde a = volumen testicular (cm^3), b = largo testículo (cm), c = ancho testículo (cm) y k = grosor testículo (0.2 cm en este experimento) de un solo testículo. Asimismo, b y c se derivan de las medidas tomadas con el pie de rey, y el volumen testicular total se determinó sumando el volumen testicular izquierdo + volumen testicular derecho (Milczewski *et al.*, 2015).

Características del Eyaculado

En cada eyaculado se analizaron las características macroscópicas del semen: volumen (en viales graduados de 2 ml), color (blanco o blanco mate) y aspecto (acuoso, lechoso o cremoso). Además, se evaluaron las características microscópicas: motilidad masal (porcentaje de espermatozoides con movimiento en masa), motilidad individual (porcentaje de espermatozoides con movimientos progresivos rectilíneos), vigor (escala de 0 a 5), el cual representa la fuerza del movimiento o la velocidad con que los espermatozoides se movilizan (Pacheco *et al.*, 2009), viabilidad (% de espermatozoides vivos, tinción Eosina-Nigrosina) y concentración espermática ($\times 10^6/\text{ml}$) mediante recuento en cámara Neubauer (suma de los espermatozoides contados x cantidad de cuadrados contados $[5/25]$ x factor de dilución $[1/400]$ x área de la cámara $[1/10\ 000]$).

La proporción de espermatozoides normales y anormales (primarios y secundarios) se realizó mediante la tinción de Eosina-Nigrosina contando 200 espermatozoides con aceite de inmersión a 1000X en campos al azar.

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis multivariante (MANOVA) donde las variables reproductivas de los machos (largo y ancho testicular, volumen testicular, circunferencia escrotal, tono testicular, volumen seminal, motilidad individual y masal, vigor, viabilidad y concentración) se tomaron como variables respuesta y como variables independientes se incluyeron en el modelo las variables edad de los animales, región agroclimática, departamento anidado en raza, estado del prepucio, pene, escroto, epidídimos, aplomos, sistema de manejo, método de colecta, trimestre del año y el animal como un efecto aleatorio (medidas repetidas). La comparación de medias se realizó empleando el procedimiento LSMEANS del software R Project, mediante la prueba de Tukey-Kramer a un nivel de confianza de 95%. Los datos se presentan como medias \pm SEM, con nivel de significancia de 0.05.

Para la comparación entre las variables cualitativas se empleó un análisis de Chi cuadrado donde se realizaron análisis bivariados entre las características de color y aspecto del semen versus las variables raza, departamento, tipo de manejo, método de colecta y la región agroclimática. La relación entre las variables de calidad espermática y variables ambientales (temperatura promedio, humedad relativa y precipitación) se estableció por correlación de Pearson. Los datos se analizaron mediante el programa estadístico R Project (R v. 4.1.0, <https://www.r-project.org/>).

RESULTADOS

En el examen físico y funcional de los reproductores ovinos no se encontraron diferencias ($p > 0.05$) entre razas, departamentos y métodos de colecta para las variables volumen testicular, largo y ancho testicular, circunferencia escrotal y tono testicular. Por su parte, la región agroclimática, sistema de

Cuadro 1. Biometría testicular de ovinos en la región del Caribe colombiano

	Número de datos	Volumen testicular (cm ³)	Largo testículo derecho (cm)	Largo testículo izquierdo (cm)	Ancho testículo derecho (cm)	Ancho testículo izquierdo (cm)	Circunferencia escrotal (cm)	Tono testicular (1-5)
Región								
Caribe húmedo	153	353.1±59.3 ^a	10.3±0.8 ^a	10.3±0.7 ^a	6.0±0.3 ^a	5.7±0.4 ^b	31.0±1.1 ^a	3.8±0.2 ^a
Caribe seco	89	401.1±52.7 ^a	10.2±0.7 ^a	10.2±0.6 ^a	6.6±0.3 ^a	6.3±0.3 ^a	32.7±1.2 ^a	3.3±0.2 ^b
Razas								
Dorper	25	367.7±61.6 ^a	10.5±0.8 ^a	10.5±0.7 ^a	6.2±0.4 ^a	5.8±0.4 ^a	31.7±1.4 ^a	3.6±0.2 ^a
Katahdin	54	391.2±60.9 ^a	10.2±0.8 ^a	10.1±0.7 ^a	6.3±0.4 ^a	6.1±0.4 ^a	32.5±1.3 ^a	3.4±0.2 ^a
OPC	59	382.0±53.4 ^a	9.9±0.7 ^a	9.8±0.6 ^a	6.4±0.3 ^a	6.0±0.3 ^a	31.6±1.2 ^a	3.6±0.1 ^a
Santa Inés	140	367.3±50.0 ^a	10.3±0.6 ^a	10.4±0.6 ^a	6.2±0.3 ^a	5.9±0.3 ^a	31.6±1.1 ^a	3.5±0.1 ^a
Sistema de manejo								
Exposición	112	403.7±56.1 ^a	10.3±0.7 ^a	10.3±0.7 ^a	6.5±0.3 ^a	6.1±0.3 ^a	32.3±1.2 ^a	3.6±0.2 ^a
Finca	171	350.4±48.9 ^a	10.2±0.2 ^a	10.2±0.6 ^a	6.0±0.3 ^b	5.8±0.3 ^a	31.4±1.2 ^a	3.5±0.1 ^a
Prepucio								
Dermatitis	5	360.9±94.6 ^a	9.7±1.2 ^a	9.8±1.1 ^a	6.5±0.5 ^a	5.9±0.6 ^a	32.8±2.1 ^a	3.9±0.3 ^a
Normal	278	393.2±17.9 ^a	10.8±0.2 ^a	10.6±0.2 ^a	6.1±0.1 ^a	6.1±0.1 ^a	30.9±0.4 ^a	3.1±0.0 ^b
Trimestre								
T1	42	439.2±63.4 ^a	10.9±0.8 ^a	10.9±0.8 ^a	6.5±0.4 ^a	6.2±6.6 ^{ab}	31.9±1.4 ^a	3.5±0.2 ^a
T2	104	310.9±57.9 ^b	9.6±0.7 ^a	9.4±0.7 ^b	5.8±0.3 ^b	5.7±6.1 ^b	29.9±1.2 ^a	3.4±0.2 ^a
T3	58	342.9±66.0 ^{ab}	10.4±0.8 ^a	10.1±0.8 ^a	5.9±0.4 ^a	5.7±6.9 ^{ab}	31.1±1.4 ^a	3.3±0.2 ^a
T4	79	382.1±54.8 ^{ab}	10.0±0.7 ^a	9.7±0.7 ^b	6.4±0.3 ^a	6.2±5.8 ^a	31.5±1.2 ^a	3.4±0.1 ^a

Letras diferentes en cada columna para cada variable indican diferencias significativas ($p < 0.05$) (Prueba de Tukey-Kramer)

manejo, presencia de dermatitis y trimestre del año presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para dichas variables (Cuadro 1). La torsión testicular presente en un reproductor no afectó las variables espermáticas evaluadas del individuo. El resto de los reproductores presentaron aplomos, escroto, pene y epidídimos en condiciones normales.

Con relación a las características físicas del semen, la raza, el departamento, el método de colecta y la región agroclimática afectaron significativamente el aspecto y color del semen ($p < 0.005$), siendo predominan-

te el semen de aspecto cremoso (Figura 1) y el color blanco mate en el semen de ovinos en los departamentos de Bolívar, Córdoba y Sucre. No se observó semen translúcido al usar vagina artificial como método de colecta y 80% del semen colectado con electroeyaculador fue blanco.

Se hallaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la motilidad masal y concentración espermática de ovinos entre las regiones del Caribe húmedo y el Caribe seco (Cuadro 2). Asimismo, los ovinos del departamento de Córdoba presentaron mayores niveles

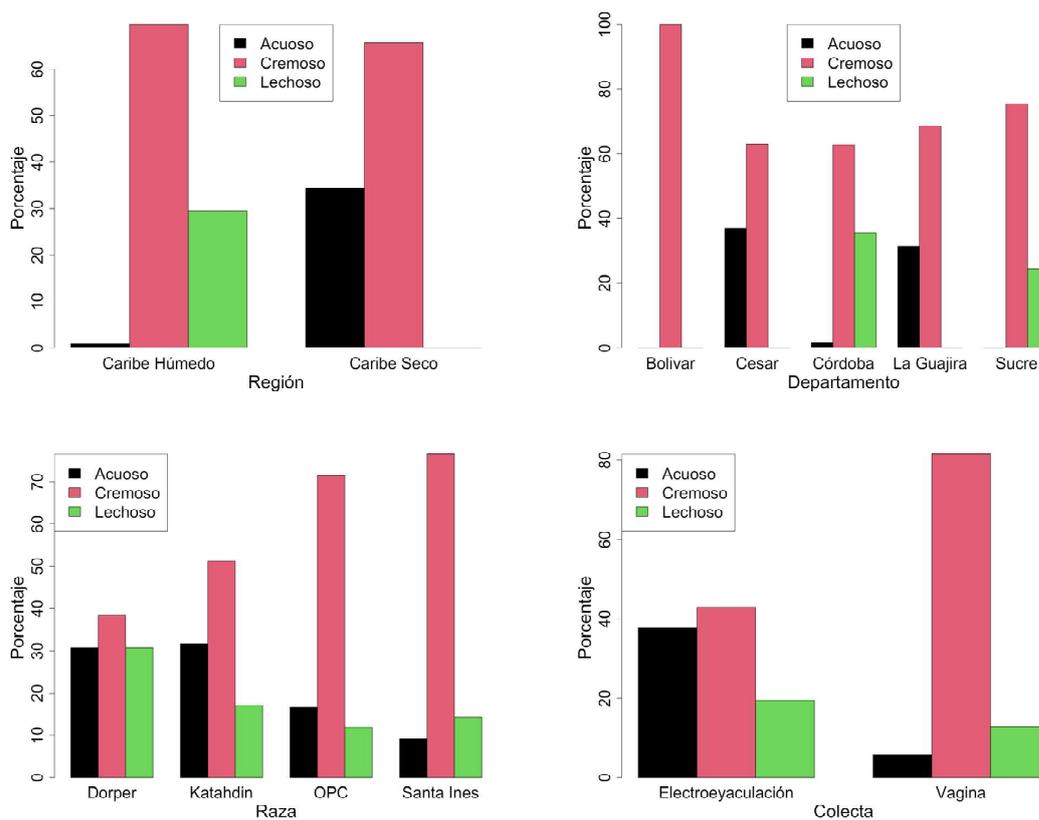


Figura 1. Aspecto del semen de ovinos en el Caribe colombiano. A: Según la región, B: Según el departamento, C: Según la raza; D: Según el método de colecta seminal

de motilidad masal ($83.2 \pm 5.3\%$) en comparación con los departamentos de Cesar ($63.5 \pm 6.1\%$) y La Guajira ($65.3 \pm 6.4\%$), en tanto que la raza Santa Inés presentó mayor vigor espermático, seguida de la raza Dorper y OPC (Cuadro 2). Por otro lado, los animales preparados para exposición presentaron un incremento en el volumen seminal (0.67 ± 0.21 ml) en comparación con aquellos que permanecieron en las fincas (0.38 ± 0.18 ml). El método de extracción seminal influyó significativamente sobre el volumen del eyaculado, viabilidad, vigor y concentración espermática, obteniéndose mejores valores con el uso de la vagina artificial (Cuadro 2).

Se encontraron correlaciones altamente significativas ($p < 0.001$) y positivas entre la circunferencia escrotal y las mediciones de volumen testicular ($r = 0.55$) y ancho de los testículos izquierdo ($r = 0.46$) y derecho ($r = 0.48$). Por su parte, la motilidad masal obtuvo correlaciones altamente significativas ($p < 0.001$) y positivas con las variables viabilidad seminal ($r = 0.75$), vigor espermático ($r = 0.62$), volumen seminal ($r = 0.35$) y concentración espermática ($r = 0.24$) (Cuadro 3).

En las variables climáticas, la humedad relativa presentó correlaciones negativas y altamente significativas ($p < 0.001$) con las

Cuadro 2. Características del semen de ovinos en el Caribe Colombiano

Variables	Datos (n)	Volumen seminal (ml)	Motilidad masal (%)	Motilidad individual (%)	Vigor (0-5)	Viabilidad (%)	Concentración (x10 ⁶ /ml)
Región							
Caribe húmedo	112	0.53±0.22 ^a	76.4±6.1 ^a	74.4±6.3 ^a	3.5±0.4 ^a	74.0±6.8 ^a	2707±573 ^a
Caribe seco	112	0.54±0.19 ^a	64.4±5.4 ^b	74.5±5.6 ^a	3.9±0.3 ^a	77.5±6.0 ^a	962±510 ^b
Razas							
Dorper	13	0.73±0.23 ^a	69.4±6.4 ^a	73.5±6.5 ^a	3.8±0.4 ^{ab}	73.8±7.0 ^a	1709±596 ^a
Katahdin	43	0.45±0.23 ^a	66.3±6.3 ^a	71.2±6.4 ^a	3.4±0.4 ^a	73.0±7.0 ^a	2118±589 ^a
OPC	45	0.47±0.20 ^a	70.0±5.5 ^a	73.8±5.6 ^a	3.7±0.3 ^{ab}	79.9±6.1 ^a	1654±516 ^a
Santa Inés	120	0.47±0.18 ^a	75.9±5.2 ^a	79.3±5.3 ^a	4.1±0.3 ^b	76.4±5.7 ^a	1857±483 ^a
Método de colecta							
Electro-eyaculador	84	0.39±0.20 ^a	68.4±5.7 ^a	72.4±5.8 ^a	3.5±0.3 ^a	72.4±6.3 ^a	1404±530 ^a
Vagina artificial	140	0.66±0.18 ^b	72.4±5.0 ^a	76.4±5.1 ^a	3.9±0.3 ^b	79.2±5.6 ^b	2265±470 ^b
Trimestre							
T1	35	0.59±0.21 ^a	63.4±6.2 ^{ab}	67.7±6.5 ^{ab}	3.7±0.4 ^a	81.6±6.6 ^a	1681±536 ^{ab}
T2	76	0.33±0.20 ^a	71.3±5.7 ^a	74.9±6.1 ^a	3.8±0.3 ^a	72.4±6.1 ^{ab}	1731±497 ^{ab}
T3	49	0.33±0.22 ^a	76.6±6.4 ^a	80.7±6.8 ^a	3.7±0.4 ^a	76.9±6.9 ^a	2472±559 ^a
T4	64	0.43±0.19 ^a	62.2±5.5 ^b	65.1±5.8 ^b	3.3±0.3 ^a	64.0±5.8 ^b	964±475 ^b

Letras diferentes en cada columna para cada variable indican diferencias significativas ($p < 0.05$) (Prueba de Tukey-Kramer)

variables volumen testicular ($r = -0.23$), ancho de los testículos izquierdo ($r = -0.22$) y derecho ($r = -0.25$) y circunferencia escrotal ($r = -0.15$) y correlación positiva con total de anomalías ($r = 0.29$). La precipitación presentó correlaciones negativas y altamente significativas ($p < 0.001$) con las variables motilidad masal ($r = -0.23$), viabilidad seminal ($r = -0.31$), vigor espermático ($r = -0.23$) y concentración espermática ($r = -0.20$) (Cuadro 3).

DISCUSIÓN

Dadas las características ovinas de rusticidad, fertilidad y longevidad, su producción representa a un importante sector economi-

co cuyos índices productivos deben ser optimizados (Simanca *et al.*, 2017). El análisis de los parámetros tanto de desarrollo testicular (Espitia *et al.*, 2018) como de calidad seminal es fundamental para mejorar la eficiencia reproductiva de los ovinos en Colombia (Lozano-Marquez, 2014). Este es el primer reporte con valores de referencia sobre las características seminales, así como de las condiciones físicas y funcionales de razas ovinas propias e introducidas al Caribe Colombiano en conformidad con los métodos prácticos de cría implementadas por los productores.

El método de colecta puede causar variaciones en la calidad espermática de algunas especies y razas. Marco-Jimenez *et al.*

Cuadro 3. Estimación de las correlaciones entre las variables climáticas, características del semen y biometría testicular en ovinos

	VT	LTD	LTI	ATD	ATI	CE	TT	VS	MM	MI	VIA	VIG	CON	ANR	T°	HR	PRE
VT		0.66 ***	0.63 ***	0.80 ***	0.77 ***	0.55 ***	0.15 *	0.20 **	0.05	0.11	0.04	0.15	-0.03	-0.22 **	0.18 **	-0.23 ***	0.03
LTD	241		0.95 ***	0.16 *	0.11	0.33 ***	0.10	0.20**	0.12	0.14	0.09	0.14	-0.14	-0.19 *	0.06	-0.14 *	0.02
LTI	241	241		0.12	0.09	0.31 ***	0.13	0.21 **	0.15	0.19 *	0.13	0.18 *	-0.17 *	-0.19 *	0.07	-0.09	0.02
ATD	241	241	242		0.89 ***	0.48 ***	0.09	0.14	-0.06	0.00	-0.04	0.08	0.04	-0.20 *	0.24 ***	-0.25 ***	0.06
ATI	241	241	242	242		0.46 ***	0.06	0.10	-0.04	0.02	-0.06	0.06	0.02	-0.25 **	0.24 ***	-0.22 ***	0.08
CE	238	238	239	239	239		- 0.02	0.16*	-0.02	0.01	0.11	0.04	0.00	- 0.20*	0.10	-0.16 **	0.15*
TT	240	240	241	241	241	280		0.09	0.12	0.09	0.04	0.12	0.05	0.06	-0.09	0.19 **	-0.07
VS	176	176	177	177	177	203	205		0.35 ***	0.35 ***	0.41 ***	0.26 ***	0.19 **	-0.05	0.00	-0.05	-0.02
MM	163	163	164	164	164	188	190	209		0.93 ***	0.75 ***	0.62 ***	0.24 ***	-0.04	-0.20 *	0.13	-0.23 ***
MI	163	163	164	164	164	188	190	209	209		0.78 ***	0.70 ***	0.19 **	0.00	-0.08	0.06	-0.18 *
VIA	162	162	163	163	163	171	173	180	180	180		0.59 ***	0.31 ***	-0.05	-0.13	0.06	-0.31 ***
VIG	160	160	161	161	161	185	187	206	206	206	178		0.19 **	0.00	0.18* 0.13	- ***	-0.23
CON	157	157	158	158	158	181	183	198	198	198	173	196		0.08	-0.04	-0.13	-0.20 **
ANR	148	148	149	149	149	156	157	161	160	160	158	157	155		-0.10	0.29 ***	-0.03
T°	241	241	242	242	242	268	271	211	196	196	180	193	185	161		-0.58 ***	0.17 **
HR	241	241	242	242	242	268	271	211	196	196	180	193	185	161	291		-0.03
PRE	241	241	242	242	242	280	283	223	208	208	180	205	197	161	291	291	

Debajo de la diagonal se indica en número de datos empleados. Por encima de la diagonal se indican las correlaciones

* Indica diferencias significativas ($p < 0.05$); ** Indica diferencias muy significativas ($p < 0.01$); *** Indica diferencias altamente significativas ($p < 0.001$)

VT: Volumen testicular; LTD: Largo testículo derecho; LTI: Largo testículo izquierdo; ATD: Ancho testículo derecho; ATI: Ancho testículo izquierdo; CE: Circunferencia escrotal; TT: Tono testicular; VS: Volumen seminal; MM: Motilidad masal; MI: Motilidad individual; VI: Viabilidad; VIG: Vigor; CON: Concentración espermática; ANR: Anormalidades espermáticas totales; T°: Temperatura; HR: Humedad relativa; PRE: Precipitación

(2005) encontraron volúmenes espermáticos similares entre eyaculados obtenidos por vagina artificial o con electroeyaculador, mientras que la concentración de espermatozoides fue significativamente menor para el método de electroeyaculación; resultados que concuerdan con el reporte de Jiménez-Rabadán *et al.* (2016). No obstante, los resultados del presente estudio indican mejores parámetros de calidad espermática cuando se emplea la vagina artificial como método de colecta, incluyendo el volumen seminal.

El volumen de los testículos responde directamente al flujo sanguíneo testicular y a la concentración de testosterona (Herwig *et al.*, 2004). No obstante, factores ambientales como temperatura, humedad relativa y precipitaciones pueden incidir directamente en las variaciones mensuales de los parámetros de calidad seminal (Gündogan, 2007; Hedia *et al.*, 2019; Kleemann *et al.*, 2021). Aguirre *et al.* (2007), en días de fotoperiodo corto encontraron un incremento de la concentración espermática, circunferencia testicular y volumen de eyaculado. En este trabajo se observaron mejores parámetros de calidad espermática de las cuatro razas evaluadas en el segundo y tercer trimestre del año asociados a los días de alta pluviosidad y humedad relativa en la época de transición sequía-lluvia y época de lluvia; así mismo, este incremento se atribuye a la cantidad y calidad de forraje disponible que resultó en una mejor condición de los reproductores.

La región Caribe húmedo, a diferencia de la región Caribe seco, presenta una mayor humedad relativa y mayor nivel de pluviosidad, lo cual influyó positivamente en la concentración y motilidad espermática de los ovinos, aunque con un ligero incremento en anomalías espermáticas, toda vez que el factor climático se encuentra asociado con este factor (Cárdenas-Gallegos *et al.*, 2012; Lozano-Marquez *et al.*, 2016, Kahwage *et al.*, 2018; Moura *et al.*, 2019; Neto *et al.*, 2021). Todos los reproductores presentaron valores y características físicas del semen

apropiados para clasificarlos como aptos reproductivamente. Carrillo y Hernández (2016) reportaron ovinos criollos con mayores volúmenes y mejor porcentaje de integridad de membrana a las reportadas en razas foráneas en el departamento de Sucre. Por otro lado, no se hallaron reportes de calidad seminal de ovinos del Caribe Seco.

CONCLUSIONES

Los ovinos Santa Inés, Dorper, Katahdin y OPC se mostraron bien adaptados a las condiciones climáticas del Caribe Colombiano, y producen semen con características satisfactorias y viables para la reproducción durante todo el año consiguiendo mejores valores espermáticos en la época de lluvias.

Agradecimientos

Los autores agradecen a AGROSAVIA por la inclusión de este trabajo en la agenda de investigación; al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) para la financiación y a los productores de ovinos quienes facilitaron el registro de la información.

LITERATURA CITADA

1. **Aguirre V, Orihuela A, Vázquez R. 2007.** Effect of semen collection frequency on seasonal variation in sexual behaviour, testosterone, testicular size and semen characteristics of tropical hair rams (*Ovis aries*). Trop Anim Health Prod 39: 271-277. doi: 10.1007/s11250-007-9010-8
2. **Cárdenas-Gallegos M, Aké-López J, Centurión-Castro F, Magaña-Monforte J. 2012.** The breed and season effects on scrotal circumference and semen characteristics of hair sheep rams under tropical conditions. Reprod Domest Anim 47: 92-94. doi: 10.1111/j.1439-0531.2012.02001.x

3. **Carrillo González D, Hernandez D. 2016.** Caracterización seminal de individuos ovinos criollos colombianos de pelo en el departamento de Sucre. *Rev Colomb Cienc Anim* 8: 197-203.
4. **Espitia Pacheco A, Montes Vergara D, Lara Fuentemayor D. 2018.** Evaluación del desarrollo testicular y medidas morfométricas en ovinos de pelo colombiano. *Agron Mesoam* 29: 165-175. doi: 10.15517/ma.v29i1.27550
5. **Gündogan M. 2007.** Seasonal variation in serum testosterone, T3 and andrological parameters of two Turkish sheep breeds. *Small Ruminant Res* 67: 312-316. doi: 10.1016/j.smallrumres.-2005.11.005
6. **Hedia MG, El-Belely MS, Ismail ST, El-Maaty AMA. 2019.** Monthly changes in testicular blood flow dynamics and their association with testicular volume, plasma steroid hormones profile and semen characteristics in rams. *Theriogenology* 123: 68-73. doi: 10.1016/j.theriogenology.-2018.09.032
7. **Herwig R, Tosun K, Pinggera GM, Soelder E, Moeller KT, Pallwein L, Illmensee K. 2004.** Tissue perfusion essential for spermatogenesis and outcome of testicular sperm extraction (TESE) for assisted reproduction. *Journal of assisted reproduction and genetics*, 21: 175-180. doi: 10.1023/B:JARG.00000-31251.57848.04
8. **[ICA] Instituto Agropecuario Colombiano. 2021.** Censos pecuarios nacional año 2021. Tabla de población equina – ovina – caprina, por municipio y departamento, 2021. [Internet]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018/censos-equinos-ovinos-caprinos-2021.aspx>
9. **[ICA] Instituto Agropecuario Colombiano. 2016.** Censo pecuario nacional - 2016. Censo ovino caprino en Colombia. Tabla de población ovina por municipio y departamento 2016. [Internet]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016>
10. **Jiménez-Rabadán P, Soler AJ, Ramón M, García-Álvarez O, Maroto-Morales A, Iniesta-Cuerda, et al. 2016.** Influence of semen collection method on sperm cryoresistance in small ruminants. *Anim Reprod Sci* 167: 103-108. doi: 10.1016/j.anireprosci.2016.02.013
11. **Kahwage PR, Esteves SN, Jacinto MAC, Junior WB, Machado R, Romanello N, Garcia AR. 2018.** Assessment of body and scrotal thermoregulation and semen quality of hair sheep rams throughout the year in a tropical environment. *Small Ruminant Res* 160: 72-80. doi: 10.1016/j.smallrumres.-2018.01.015
12. **Kleemann DO, Kelly JM, Arney LJ, Len J, Tilbrook AJ, Walker SK. 2021.** Sexual behaviour, semen quality and fertility of young Border Leicester rams administered melatonin during spring. *Animal Reprod Sci* 231: 106804. doi: 10.1016/j.anireprosci.2021.106804
13. **Lozano-Marquez H, Caravajal-Serna M, Manrique-Perdomo C, Grajales-Lombana HA. 2016.** Parámetros de calidad seminal y su relación con las variables medioambientales en ovinos bajo condiciones de trópico alto colombiano. *Actas Iberoam Conserv Anim* 8: 56-62.
14. **Lozano Márquez H. 2014.** Reproducción ovina en Colombia. *Rev Cienc Anim* 1: 67-83.
15. **Marco-Jimenez F, Puchades S, Gadea J, Vicente JS, Viudes-de-Castro MP. 2005.** Effect of semen collection method on pre-and post-thaw Guirra ram spermatozoa. *Theriogenology* 64: 1756-1765. doi: 10.1016/j.theriogenology.-2005.04.006
16. **Milczewski V, Chahad-Ehlers S, Spencoski K, Nogueira Morais R, Thomaz Soccol Y. 2015.** Quantifying the effect of seasonality on testicular

- function of Suffolk ram in lower latitude. *Small Ruminant Res* 124: 68-75. doi: 10.1016/j.smallrumres.2014.12.012
17. **Moura ABB, Brandão FZ, Esteves SN, de Souza GN, da Fonseca JF, Pantoja MHA, Garcia AR. 2019.** Differences in the thermal sensitivity and seminal quality of distinct ovine genotypes raised in tropical conditions. *Theriogenology* 123: 123-131. doi: 10.1016/j.theriogenology.2018.09.037
 18. **Neto MFV, Brito BF, Sousa MS, Salles MGF, Neto AMV, Nunes JF, de Araujo AA. 2021.** Termografia testicular e qualidade seminal em bodes submetidos à insulação testicular intermitente em clima tropical. *Semina Ciência Agrár Londrina* 42:721-734. doi: 10.5433/1679-0359.2021v42n2p721
 19. **Núñez-Domínguez R, Ramírez-Valverde R, Saavedra-Jiménez LA, García-Muñiz JG** La adaptabilidad de los recursos zogenéticos criollos, base para enfrentar los desafíos de la producción animal. *Arch Zootec* 65: 461-468.
 20. **Pacheco A, Madella Oliveira AF, Quirino CR, Landim AV. 2009.** Características seminais de carneiros da raça santa inês na pré-puberdade, puberdade e na pós-puberdade. *ARS Vet* 25. doi: 10.15361/2175-0106.2009v25n2p090-099
 21. **Pacheco A, Quirino CR. 2010.** Comportamento sexual em ovinos. *Rev Bras Reprod Anim*, 34: 87-97.
 22. **Rutter B, Russo A. 2006.** Bases para la evaluación de la aptitud reproductiva del toro. 2ª ed. Buenos Aires. *Agro Vet* 270 p.
 23. **Simanca J, Vergara O, Bustamante, M. 2017.** Descripción del crecimiento en ovino criollo (*Ovis aries*) en dos poblaciones de Córdoba, Colombia. *Rev MVZ Córdoba* 22: 6310-6319. doi: 10.21897/rmvz.1135
 24. **Vergara O, Llorente E, Ramos L, Bustamante; M, Simanca J. 2016.** Descripción del crecimiento en ovinos criollos utilizando el modelo Brody. *Orinoquía* 20: 34-39. doi: 10.22579/20112629.351